



PCT/JP2004/008899

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

20.07.2004

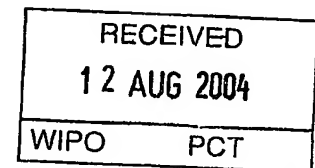
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年10月 9日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-351283  
[ST. 10/C]: [JP2003-351283]

出 願 人  
Applicant(s): 積水化学工業株式会社

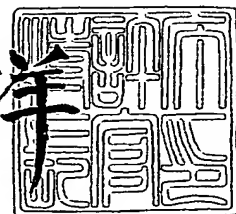


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 03P01617  
【提出日】 平成15年10月 9日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会社内  
    【氏名】 真弓 聡  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都八王子市北野町 5 9 3 - 8 積水化学工業株式会社内  
    【氏名】 宮本 栄司  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000002174  
    【氏名又は名称】 積水化学工業株式会社  
    【代表者】 大久保 尚武  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 005083  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

互いに極性の異なる第1電極板と第2電極板を交互に複数並べてなる電極列を有し、隣り合う第1、第2電極板の一の側縁どうし間に処理ガスの導入部が接続され、他の側縁どうし間にスリット状に延びる吹出し口が形成または連通されたプラズマ処理部と、被処理物を、前記プラズマ処理部に対し前記スリット状吹出し口の延び方向に沿って相対移動させる移動機構を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

**【請求項 2】**

前記プラズマ処理部には、前記電極列が前記延び方向に複数配列されていることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 3】**

隣接する電極列どうしが、前記交互並び方向にずれていることを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 4】**

前記ずれの大きさが、各電極列における電極板のピッチの  $n$  分の 1 ( $n$  は、前記電極列の数)であることを特徴とする請求項 3 に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 5】**

前記電極列における電極板のピッチが、前記吹出し口と被処理物との間の距離を所定の許容範囲の上限近傍としたときの有効処理幅と略等しくなるように設定されていることを特徴とする請求項 1～4 の何れかに記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 6】**

前記電極列が、前記交互並び方向に隣接する複数の電極板からなる電極モジュールを、被処理物の大きさに応じて前記交互並び方向に複数、着脱可能に継足すことによって構成されていることを特徴とする請求項 1～5 の何れかに記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 7】**

各電極モジュールにおいて、前記交互並び方向の両端の電極板が、当該電極モジュールの側壁を構成していることを特徴とする請求項 6 に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 8】**

前記第 1 電極板が、電界印加手段に接続された電界印加電極であり、前記第 2 電極板が、接地された接地電極であり、前記側壁を構成する電極板が、第 2 電極板すなわち接地電極であることを特徴とする請求項 7 に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 9】**

隣接する電極モジュールの前記側壁を構成する電極板どうしが重ね合わされることにより、1 の電極が構成され、この 1 の電極が、前記側壁以外の電極板と等厚であることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 10】**

各電極モジュールにおける両側壁を構成する 2 つの電極板のうち一方は、第 1 厚肉部と第 1 薄肉部を有し、他方の電極板は、第 2 薄肉部と第 2 厚肉部を有し、第 2 薄肉部が、隣の電極モジュールの第 1 厚肉部と重ね合わされ、第 2 厚肉部が、隣の電極モジュールの第 1 薄肉部と重ね合わされることを特徴とする請求項 9 に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 11】**

前記第 1、第 2 電極板の各々の内部に、温調用の冷媒路が形成され、前記側壁を構成する電極板においては、前記厚肉部の内部に前記冷媒路が形成されていることを特徴とする請求項 10 に記載のプラズマ処理装置。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】プラズマ処理装置

## 【技術分野】

【0001】

この発明は、電極間で形成したプラズマを電極間から吹出し被処理物に当てて表面処理を行なう所謂リモート式のプラズマ処理装置に関し、特に、大面積の被処理物を常圧下で処理するのに適したプラズマ処理装置に関する。

## 【背景技術】

【0002】

例えば、特許文献1に記載のリモート式プラズマ処理装置では、複数の第1電極板と複数の第2電極板が交互に並べられている。隣り合う第1、第2電極板の上側の縁どうし間から対向面どうし間に処理ガスが導入されるとともに、これら第1、第2電極間に高周波電界が印加される。これによって、処理ガスがプラズマ化される。このプラズマ化されたガスが、第1、第2電極板の下側の縁どうし間の吹出し口から吹出され、下方に配置された被処理物に当てられる。これにより、被処理物のプラズマ表面処理がなされるようになっている。

特許文献2には、被処理物を、電極板の下縁ひいては吹出し口の延び方向と直交する方向に移動させながらプラズマを吹付けることが記載されている。電極板ひいては吹出し口を被処理物の全幅に渡る長さにするにより、被処理物の全体を一度に処理できる。

【0003】

【特許文献1】特開平5-226258号公報（第1頁）

【特許文献2】特開2002-143795号公報（第1頁）

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0004】

被処理物が大面積で幅広の場合、各電極板を被処理物の全幅に渡る長さにしようとすると、自重や電界印加時のクーロン力及び放電時の発熱で撓みを来たしやすくなる。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、各電極板の長さは短くても被処理物の大きさに対応可能な電極構造を有するプラズマ処理装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係るプラズマ処理装置は、互いに極性の異なる第1電極板と第2電極板を交互に複数並べてなる電極列を有し、隣り合う第1、第2電極板の前記交互並び方向と交差する一の側縁どうし間に処理ガスの導入部が接続され、他の前記交互並び方向と交差する側縁（前記一の側縁の逆側の側縁）側縁どうし間にスリット状に延びる吹出し口が形成または連通されたプラズマ処理部と、被処理物を、前記プラズマ処理部に対し前記スリット状吹出し口の延び方向に沿って（平行に）相対移動させる移動機構を備えたことを特徴とする。本発明によれば、被処理物の大きさに拘わらず各電極板を短くでき、ひいては撓みを防止することができる。一方、電極板の並び数を増減させれば、電極列の長さを調節でき、被処理物の幅に対応できる。これによって、各電極板の長さは短くても大面積の被処理物にも十分対応可能な電極構造を構成することができる。

【0006】

前記プラズマ処理部には、前記電極列が前記延び方向に複数配列されていることが望ましい。これによって、被処理物を十分に処理できる。

【0007】

隣接する電極列どうしが、前記交互並び方向にずれていることが望ましい。これによって、処理の均一化を図ることができる。

【0008】

前記ずれの大きさが、各電極列における電極板のピッチの $n$ 分の1（ $n$ は、前記電極列

の数)であることが望ましい。これによって、より一層の均一化を図ることができる。

#### 【0009】

前記電極列における電極板のピッチが、前記吹出し口と被処理物との間の距離すなわちワーキングディスタンスを所定の許容範囲の上限近傍としたときの有効処理幅と略等しくなるように設定されていることが望ましい。これによって、各吹出し口からのプラズマによって処理される領域を交互並び方向に連続させることができる。また、各電極板を十分に厚くでき、撓みを確実に防止できる。ここで、「ワーキングディスタンスの所定許容範囲」とは、各吹出し口からのプラズマガスによる処理レートをほぼ安定した値に維持できる範囲を言う。ワーキングディスタンスをこの範囲より大きくすると、処理レートが上記安定値から立ち下がる(図9)。「所定許容範囲の上限近傍」とは、この立下りが起きる直前のワーキングディスタンスを言う。また、「有効処理幅」とは、各吹出し口からのプラズマガスによって有効に処理可能な領域の幅寸法を言う。処理可能領域は、吹出し口からのプラズマガスを最も受ける地点(通常、吹出し口の真向いに位置する地点)を中心にして広がりを持つ(図8)。具体的には、「有効処理幅」とは、処理レートが上記中心の地点での値に対し15~20%程度以上になる領域の幅寸法と定義する。

#### 【0010】

前記電極列が、前記交互並び方向に隣接する複数の電極板からなる電極モジュールを、被処理物の大きさに応じて前記交互並び方向に複数、着脱可能に継足すことによって構成されていることが望ましい。これによって、電極列の長さ及び電極板の並び数を簡単に増減でき、被処理物の大きさに柔軟に対応することができる。

#### 【0011】

各電極モジュールにおいて、前記交互並び方向の両端の電極板が、当該電極モジュールの側壁を構成していることが望ましい。これによって、電極モジュールの側壁の部分でも電極列を途切れなく並べることができる。

#### 【0012】

前記第1電極板が、電界印加手段に接続された電界印加電極であり、前記第2電極板が、接地された接地電極であり、前記側壁を構成する電極板が、第2電極板すなわち接地電極であることが望ましい。これによって、電極モジュールからの漏電を防止できる。

#### 【0013】

隣接する電極モジュールの前記側壁を構成する電極板どうしが重ね合わされることにより、1の電極が構成され、この1の電極が、前記側壁以外の電極板と等厚であることが望ましい。これによって、電極モジュールの側壁の部分でも電極列を等ピッチで並べることができる。

#### 【0014】

各電極モジュールにおける両側壁を構成する2つの電極板のうち一方は、第1厚肉部と第1薄肉部を有し、他方の電極板は、第2薄肉部と第2厚肉部を有し、第2薄肉部が、隣の電極モジュールの第1厚肉部と重ね合わされ、第2厚肉部が、隣の電極モジュールの第1薄肉部と重ね合わされることが望ましい。これによって、隣接する電極モジュールどうしを容易に接合できる。

#### 【0015】

前記第1、第2電極板の各々の内部に、温調用の冷媒路が形成され、前記側壁を構成する電極板においては、前記厚肉部の内部に前記冷媒路が形成されていることが望ましい。これによって、側壁を構成する電極板に冷媒路を容易に形成することができる。

#### 【0016】

本発明は、大気圧近傍の圧力(略常圧)の環境で処理を行なう場合に、特に効果的である。本発明における大気圧近傍の圧力(略常圧)とは、 $1.333 \times 10^4 \sim 10.664 \times 10^4 \text{ Pa}$ の範囲を言う。特に $9.331 \times 10^4 \sim 10.397 \times 10^4 \text{ Pa}$ の範囲は、圧力調整が容易で装置構成が簡便になり、好ましい。

#### 【発明の効果】

#### 【0017】

本発明によれば、各電極板の長さは短くても被処理物の大きさに対応することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態を図面にしたがって説明する。

図1および図3に示すように、第1実施形態の常圧プラズマ処理装置Mは、プラズマ処理ヘッド1（プラズマ処理部）と、搬送機構4と、処理ガス源2と、電源3を備えている。

【0019】

詳細な図示は省略するが、搬送機構4は、例えばローラコンベアなどからなり、図1の矢印に示すように、液晶用ガラス基板等の大面積のワーク（被処理物）Wを前後方向に搬送する。これによって、ワークWがプラズマ処理ヘッド1の下方に通され、成膜、エッチング、洗浄などのプラズマ表面処理が常圧下で実行されるようになっている。勿論、ワークWが位置固定される一方、処理ヘッド1が搬送機構によって移動されるようになっているてもよい。なお、図示は省略するが、装置には、ワークWの加温手段（被処理物温調手段）が設けられており、この加温手段によってワークWが加温（温調）されたうえで処理ヘッド1へ送られるようになっている。

【0020】

図3に示すように、処理ガス源2は、1または複数のプロセス成分を気相や液相で貯えるとともに、液相のものは気化させ、複数成分の場合は適量ずつ混合して、処理目的に応じた処理ガスを生成し、処理ガス供給管2aへ送出するようになっている。

【0021】

電源3（電界印加手段）は、処理ヘッド1でのプラズマ形成用の電圧として、例えばパルス電圧を出力するようになっている。このパルスの立上がり時間及び／又は立下り時間は、 $10\mu\text{s}$ 以下、パルス継続時間は、 $200\mu\text{s}$ 以下、電界強度は $1\sim 1000\text{ kV/cm}$ 、周波数は $0.5\text{ kHz}$ 以上であることが望ましい。なお、パルス電圧に限らず、高周波交流電圧を出力するようになっていてもよく、直流電圧を出力するようになっていてもよい。

【0022】

常圧プラズマ処理装置Mのプラズマ処理ヘッド1について説明する。

はじめに、図1にしたがって、処理ヘッド1の要部構成を概説する。処理ヘッド1は、前後2列の電極列1A、1Bを備えている。各電極列1A、1Bは、多数の電極板11、12を左右に一定ピッチPで並べることによって構成されている。各電極列1A、1Bの全体の左右幅は、ワークWの左右全幅より大きい。各電極列1A、1Bにおいて、左右に隣接する複数の電極板11、12ごとに電極モジュール10が構成されている。言い換えると、電極モジュール10を左右に複数連ねることにより、各電極列1A、1Bが構成されている。さらに、前側の電極列1Aと後側の電極列1B（前側の電極モジュール10と後側の電極モジュール10）は、半ピッチ（ $P/2$ ）だけ左右にずれている。

なお、図1では、簡略化のために、各電極モジュール10の電極板数を図2以下の具体図より少なく図示してある。

【0023】

次に、プラズマ処理ヘッド1の具体構造を詳述する。

図1、図7に示すように、プラズマ処理ヘッド1は、多数（複数）のモジュールユニット10Xを備えている。これらモジュールユニット10Xは、前後に2列（複数列）、左右に多数個並べられ、互いに連結されている。図3、図4、図7に示すように、各モジュールユニット10Xは、上側の整流モジュール20（処理ガス導入部）と、下側の前記電極モジュール10とを一体に重ね、連結することによって構成されている。

【0024】

図3に示すように、整流モジュール20は、前後（図3の左右方向）に細長く延びるハウジング21（図6）と、このハウジング21内に設けられた2枚（複数）の整流板22

、23を有している。ハウジング21の上面には、前後一对の処理ガスインレットポート25が設けられている。前記処理ガス源2からの供給管2aが、各ユニット20ごとに分岐し、インレットポート25に接続されている。

#### 【0025】

図3および図4に示すように、上下に離間配置された整流板22、23によって、ハウジング21の内部が、上下3段（複数段）のチャンバー20a、20b、20cに仕切られている。上段のチャンバー20aに、処理ガスインレットポート25が連なっている。

#### 【0026】

図6に示すように、各整流板22、23は、多孔板にて構成されている。これら整流板22、23の孔22a、23aを介して上下のチャンバー20a、20b、20cどうしが連通されている。各整流板22、23の孔22a、23aは、例えば10mm～12mm間隔で格子点状に整列配置されている。ただし、上段の整流板22におけるインレットポート25の真下位置には、孔が設けられていない。これら孔22a、23aは、下側の整流板のものほど小孔になっている。例えば、上段の整流板22の孔22aの直径は、3mmであり、下段の整流板23の孔23aの直径は、2mmである。

#### 【0027】

図4に示すように、ハウジング21の底板24の上面には、4つ（複数）の支柱26が設けられている。支柱26は、ハウジング21の全長にわたって前後に細長く延び、互いに左右に離れて配置されている。これら支柱26によって下段の整流板23が支持されている。また、隣り合う支柱26どうしの間に下段のチャンバー20cが形成されている。すなわち、下段チャンバーが、支柱（隔壁）26によって5つ（複数）に分割されている。各分割チャンバー20cは、前後に細長く延びている。このチャンバー20cが、底板24の処理ガス導入孔24aを介して電極モジュール10の後記プラズマ化空間10pの上端部に連なっている。なお、1つのチャンバー20cは、隣り合う2つのプラズマ化空間10pに連なっている。

#### 【0028】

図2に示すように、前記電極モジュール10は、左右に一定ピッチPで並べられた複数（例えば11枚）の第1、第2電極板11、12と、これら電極板11、12の前後両端に設けられた端壁15とを有し、前後に細長く延びている。

#### 【0029】

図2および図3に示すように、前後両端の壁15は、それぞれ内壁部材16と、この内壁部材16の外側面にボルト締めされた外壁部材17とを有している。内壁部材16の外側面には、後述する冷媒溜め用の大きな凹部16f（図7）が形成されている。外壁部材17は、この凹部16fを塞ぐ蓋の役目を担っている。外壁部材17は、ステンレス等の金属にて構成されているのに対し、内壁部材16は、樹脂にて構成されている。これは、後記金属ボルト51から金属製外壁部材17に放電が飛ばないようにするためである。内壁部材16の内側面には、後記外側壁以外の電極板数に対応する数の樹脂製の詰めブロック14が設けられている。詰めブロック14は、縦長状をなすとともに、互いに前後に隙間無く並べられている。

#### 【0030】

図2～図4に示すように、電極モジュール10の各電極板11、12は、例えばアルミニウムやステンレス等の導電金属にて構成され、長さ方向を前後に向け、厚さ方向を左右に向け、幅方向を垂直に向けて配置されている。後述するように、第1電極板11は、電界印加電極となり、第2電極板12は、接地電極となっている。第1電極板11と第2電極板12は、左右に交互に並べられている。左右両端には、それぞれ第2電極板12が配置されている。この左右両端の第2電極板12は、電極モジュール10の左右の外側壁を構成している。以下、左端の第2電極板12を他と区別するときは、符号12に「L」を付記し、右端の第2電極板12を他と区別するときは、符号12に「R」を付記し、左右両端以外の第2電極板12を他と区別するときは、符号12に「M」を付記する。

#### 【0031】

図2および図4に示すように、各電極モジュール10の内部の9枚の電極板11, 12Mは、それぞれ全体が等厚の平板状をなしている。これら電極板11, 12Mの長さは、例えば3000mmであり、厚さは、9mmであり、幅は、60mmである。図2に示すように、各電極板11, 12Mの前後の端面には、詰めブロック14がそれぞれ宛てがわれ、金属ボルト51にて固定されている。

#### 【0032】

第2電極板12L, 12Rすなわち左右の外側壁は、内側の電極板11, 12Mより前後に長く延出し、左右両端の詰めブロック14と内壁部材16の左右端面に宛がわれるとともに、外壁部材17に突き当てられ、ボルト締めされている。

#### 【0033】

図4および図7に示すように、各電極モジュール10の左端の第2電極板12Lは、薄肉に形成されるとともに、中央が外側に突出して厚肉になっている。中央の厚肉部12f（第1厚肉部）は、電極板12Lの全長にわたって前後に延びている。この厚肉部12fの厚さは、例えば7mmであり、その上下の薄肉部12g（第1薄肉部）の厚さは、例えば2mmである。

#### 【0034】

各電極モジュール10の右端の第2電極板12Rは、厚肉に形成されるとともに、中央が内側に凹んで薄肉になっている。中央の薄肉部12h（第2薄肉部）は、電極板12Rの全長にわたって前後に延びている。この薄肉部12hの厚さは、例えば2mmであり、その上下の厚肉部12k（第2厚肉部）の厚さは、例えば7mmである。

#### 【0035】

図7に示すように、プラズマ処理ヘッド1の各電極列1A, 1Bにおいて、左右に隣接する2つの電極モジュール10のうち、左側のモジュール10の右端電極板12Rの薄肉部12hに、右側のモジュール10の左端電極板12Lの厚肉部12fの凸部が嵌め込まれ、重ね合わされている。また、左側モジュール10の右端電極板12Rの上下の厚肉部12kと、右側モジュール10の左端電極板12Lの上下の薄肉部12gとが、それぞれ重ね合わされている。これにより、図4に示すように、全体として他の電極板11, 12Mと同じ厚さ（9mm）の真平らな1つの接地電極12Xが構成されている。また、電極ピッチPが、左右に隣接する2つの電極モジュール10の接合部においてもそれ以外の部分と等しくなっている。

#### 【0036】

電極モジュール10には、電極板11, 12の冷却手段（温調手段）が設けられている。

詳述すると、図3および図4に示すように、各電極板11, 12Mの内部には、上下に離れて3つ（複数）の冷媒路10a, 10b, 10cが形成されている。各冷媒路10a～10cは、電極板11, 12Mの全長にわたって前後に延びている。

#### 【0037】

図3に示すように、電極板11, 12Mの前後両端面に宛てがわれた詰めブロック14には、上下に離れて3つの通路14a, 14b, 14cが形成されている。図5に示すように、各通路14a～14cは、平面視T字状をなし、その前後に延びる路部分14eが、電極板11, 12Mの同一高さの冷媒路10a～10cに連なっている。なお、これら電極板と詰めブロックの冷媒路どうしの連結部分には、円筒状のコネクタブッシュ65が設けられている。コネクタブッシュ65の外周面と前後両端面との角は、面取りされ、そこにリング66が設けられている。このリング66は、ボルト51（図3）をねじ込むことによって圧潰されるようになっている。

左右に並べられた詰めブロック14における同一高さの通路14a～14cの左右方向の路部分14fどうしは、互いに左右一直線に連なっている。

#### 【0038】

図4および図5に示すように、左端電極板12Lの厚肉部12fには、冷媒路12bが形成されている。冷媒路12bは、左端電極板12Lのほぼ全長にわたって前後に延びて



いる。この冷媒路 12 b の前後両端の近傍部分に、左端詰めブロック 14 の中段通路 14 b の左右路部分 14 f が連なっている。図 5 および図 7 に示すように、冷媒路 12 b の前後両端部は、それぞれ前後の内壁部材 16 の左側部の通路 16 b を介して冷媒溜め 16 f に連なっている。

#### 【0039】

同様に、右端電極板 12 R の上側の厚肉部 12 k には、冷媒路 12 a が形成され、下側の厚肉部 12 k には、冷媒路 12 c が形成されている。これら冷媒路 12 a, 12 c は、右端電極板 12 R のほぼ全長にわたって前後に延びている。上段の冷媒路 12 a の前後両端の近傍には、右端詰めブロック 14 の上段通路 14 a の左右路部分 14 f (図 3) が連なり、下段の冷媒路 12 c の前後両端の近傍には、下段通路 14 c の左右路部分 14 f (図 3) が連なっている。各冷媒路 12 a, 12 c の前後両端部は、それぞれ前後の内壁部材 16 の右側部の通路 16 a, 16 c を介して冷媒溜め 16 f に連なっている。

#### 【0040】

図 3 に示すように、電極モジュール 10 の前側の内壁部材 16 の上面には、冷媒溜め 16 f に連なる冷媒インレットポート 61 が設けられている。冷媒供給源 6 から延びる冷媒供給管 6 a が、冷媒インレットポート 61 に連なっている。

一方、電極モジュール 10 の後側の内壁部材 16 の上面には、冷媒溜め 16 f に連なる冷媒アウトレットポート 62 が設けられている。このポート 62 から冷媒排出管 6 b が延びている。

#### 【0041】

供給源 6 からの冷水等の冷媒は、管 6 a を経て、インレットポート 61 から前側内壁部材 16 の冷媒溜め 16 f に一旦溜められた後、3つの通路 16 a ~ 16 c に分流される。右側の上段通路 16 a を経た冷媒は、右端電極板 12 R の上段冷媒路 12 a に入り、一部がそのまま後方へ流れるとともに、残りが、前側のブロック上段通路 14 a に流れ込み、そこから各電極板 11, 12 M の上段冷媒路 10 a に分流し、後方へ流れる。また、左側の中段通路 16 b を経た冷媒は、左端電極板 12 L の冷媒路 12 b に入り、一部がそのまま後方へ流れるとともに、残りが、前側のブロック中段通路 14 b に流れ込み、そこから各電極板 11, 12 M の中段冷媒路 10 b に分流し、後方へ流れる。さらに、右側の下段通路 16 c を経た冷媒は、右端電極板 12 R の下段冷媒路 12 c に入り、一部がそのまま後方へ流れるとともに、残りが、前側のブロック下段通路 14 c に流れ込み、そこから各電極板 11, 12 M の下段冷媒路 10 c に分流し、後方へ流れる。これによって、電極板 11, 12 を全体的に冷却 (温調) することができる。

#### 【0042】

各電極板 11, 12 M の冷媒路 10 a ~ 10 c の後端部に達した冷媒は、それぞれ後側のブロック通路 14 a ~ 14 c を経て、電極板 12 L, 12 R の冷媒路 12 a ~ 12 c の後端部に合流する。そして、後側の内壁通路 16 a ~ 16 c を経て、後側冷媒溜め 16 f に溜められる。その後、アウトレットポート 62 から管 6 b を経て排出される。

#### 【0043】

電極板 11, 12 の給電構造について説明する。

図 3 および図 4 に示すように、整流モジュール 20 の前側部には、該ユニット 20 を垂直に貫通する給電ピン 31 が、左右に並んで 5 本 (複数) 設けられている。これら給電ピン 31 の上端部は、給電線 3 a を介して前記電源 3 に接続され、下端部は、第 1 電極板 11 にそれぞれ埋め込まれている。同様にして、整流モジュール 20 の後側部には、接地ピン 32 が設けられ、その上端部が接地線 3 b を介して接地され、下端部が第 2 電極板 12 にそれぞれ埋め込まれている。

#### 【0044】

図 2、図 4、図 5 に示すように、電極板 11, 12 M の両側面には、アルミナ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 等からなる固体誘電体板 13 がそれぞれ宛てがわれている。左端の電極板 12 L の平坦な右側面と、右端の電極板 12 R の平坦な左側面にも、同様の固体誘電体板 13 が宛てがわれている。これら固体誘電体板 13 の厚さは、例えば 1 mm である。なお、板 13

を宛がうのに代えて、固体誘電体の溶射等で被膜することにしてもよい。

#### 【0045】

隣り合う電極板 11, 12 どうしの間（正確にはそれらの固体誘電体板 13 どうしの間）には、狭い隙間すなわちプラズマ化空間 10p が形成されている。1つの電極モジュール 10 全体では、10個のプラズマ化空間 10p が形成されている。図2および図5に示すように、空間 10p を挟んで対向する2枚の固体誘電体板 13 の前後両端どうし間には、スペーサ 18 が介在されている。これによって、各固体誘電体板 13 が電極板 11, 12 に押し当てられるとともに、空間 10p の厚さが所定に維持されている。空間 10p の厚さは、例えば 1mm である。

#### 【0046】

前述したように、各プラズマ化空間 10p の上端部（隣り合う電極板 11, 12 の上側の側縁（一の側縁）どうし間）は、整流モジュール 20 の導入孔 24a（図4）に連なっている。

#### 【0047】

一方、各プラズマ化空間 10p の下端部（隣り合う電極板 11, 12 の下側の側縁（他の側縁）どうし間）は、吹出し口 19a に連なっている。すなわち、図4に示すように、電極モジュール 10 は、底板 19（吹出し口構成部材）を更に備えている。底板 19 は、セラミック等の絶縁材料からなり、電極板 11, 12M の下面に宛がわれている。この底板 19 に、プラズマ化空間 10p の下端部に連なる吹出し口 19a が複数（ここでは 10 条）形成されている。吹出し口 19a は、前後に延びるスリット状をなして底板 19 の下面に開口している。複数条のスリット状吹出し口 19a は、電極板 11, 12 と同じ所定ピッチ P（例えば  $P = 12\text{ mm}$ ）で左右に離間配置されている。上述した通り、このピッチ P は、左右に隣接する2つのモジュール 10 の接合部でも一定である。

#### 【0048】

ここで、常圧プラズマ処理装置 M の処理ヘッド 1 の吹出し口 19a とワーク W との間の距離すなわちワーキングディスタンス WD（図4）は、所定の許容範囲内の上限近傍に設定されている。すなわち、図9に示すように、それ以上大きくすると処理レートが急激に立ち下がってしまう直前の大きさ（以下、設定ワーキングディスタンス  $WD_0$  という。）に設定されている。ここでは、例えば、 $WD_0 = 6\text{ mm}$  である。また、図8に示すように、常圧プラズマ処理装置 M におけるピッチ P の大きさは、各吹出し口 19a からのプラズマによる有効処理幅と略等しくなるように設定されている。なお、一般的に、有効処理幅は、ワーキングディスタンス WD が大きくなればなるほど広がるが、当該装置 M における有効処理幅は、上記設定ワーキングディスタンス  $WD_0$  におけるものであることは言うまでもない。

#### 【0049】

図1および図5に示すように、常圧プラズマ処理装置 M における前後の列 1A, 1B のモジュールユニット 10X どうしは、上記ピッチ P の半分だけ左右にずらして配置されている。したがって、前側の電極列 1A の吹出し口 19a と、後側の電極列の 1B の吹出し口 19a も、半ピッチ ( $P/2$ ) だけ左右にずれている。

#### 【0050】

上記構成の常圧プラズマ処理装置 M の動作を説明する。

処理ガス源 2 からの処理ガスは、供給管 2a および整流モジュール 20 の前後一対のインレットポート 25 を経て、上段チャンバー 20a に導入される。そして、整流板 22 の多数の孔 22a から中段のチャンバー 20b に流れ込む。ここで、各インレットポート 25 の直下には孔 22a が設けられていないため、処理ガスを上段チャンバー 20a 内の全体に十分に拡散させたうえで、中段チャンバー 20b に送ることができる。その後、処理ガスは、整流板 23 の多数の孔 23a から下段の各分割チャンバー 20c に流れ込む。そこからハウジング底板 24 の導入孔 24a を経て、各プラズマ化空間 10p へ導かれる。

#### 【0051】

このガス流通と併行して、電源 3 からのパルス電圧が、各第 1、第 2 電極板 11, 12

間に印加される。これによって、各空間 10 p にパルス電界が形成されてグロー放電が起き、処理ガスがプラズマ化（励起・活性化）される。このプラズマ化された処理ガスが、前後細長スリット状の各吹出し口 19 a から下方に吹出される。

#### 【0052】

同時に、移動機構 4 によってワーク W がプラズマ処理ヘッド 1 の下方を前後に通される。このワーク W に各スリット状吹出し口 19 a からのプラズマが吹き付けられ、プラズマ表面処理がなされる。ここで、図 8 に示すように、吹出し口 19 a のピッチ P が有効処理幅と略等しいので、各吹出し口 19 a からのプラズマによって処理される領域を左右に連続させることができる。これによって、ワーク W の左右全幅を一度に処理することができる。

#### 【0053】

しかも、前後の電極列 1 A, 1 B の吹出し口 19 a が半ピッチ ( $P/2$ ) だけずれているので、前側の列 1 A による処理の谷間の部分に後側の列 1 B による処理の山の部分を重ねることができる。これによって、処理ムラを無くすことができ、ワーク W の全面を均一に処理することができる。

#### 【0054】

常圧プラズマ処理装置 M によれば、ワーキングディスタンスをなるべく大きくとり、有効処理幅ひいてはピッチ P を大きくとっているのので、電極板 11, 12 を厚肉にすることができる。これによって、電極板 11, 12 の強度を高めることができ、撓みを防止することができる。また、各電極板 11, 12 を長くする必要もないので、撓みを一層確実に防止することができる。電極板 11, 12 を厚肉にできるので、冷媒路 10 a ~ 10 c を容易に形成できる。左右両端の電極板 12 L, 12 R においてはそれぞれ厚肉部 12 f, 12 k があるので、そこに冷媒路 12 a ~ 12 c を容易に形成できる。

#### 【0055】

左右幅の大きなワーク W を処理する場合には、電極モジュール 10 を継ぎ足すことにより、電極列 1 A, 1 B を簡単に長くする。勿論、左右幅の小さなワーク W の場合には、一部の電極モジュール 10 を抜き取り、電極列 1 A, 1 B を短くする。これによって、ワーク W の大きさに柔軟に対応することができる。

#### 【0056】

本発明は、上記実施形態に限定されず、種々の形態を採用可能である。

例えば、前後の電極列の数は、2 つに限らず、3 以上であってもよい。この場合、隣接する電極列どうしの左右のずれは、ピッチ  $P \div$  (電極列の数) とするのが望ましい。電極列の数を多くすればするほど処理の均一性を高めることができる。

均一性があまり要求されない処理（例えば洗浄等）の場合は、電極列を 1 つのみにしてもよい。

吹出し口構成部材 19 を省き、隣り合う電極板 11, 12 の下端部どうしによって吹出し口が形成されていてもよい。

第 2 実施形態において、左右に直に隣り合う吹出し口どうしではなく、1 個ないしは数个置きに隣り合う吹出し口の前後逆側の端部どうしが同一の移動方向直線  $L_0$  上に位置していてもよい。

処理の圧力条件は、略常圧に限らず、減圧環境でもよい。

#### 【実施例 1】

#### 【0057】

実施例を説明する。本発明が以下の実施例に限定されないことは言うまでもない。

第 1 実施形態と同様のエッチング用のプラズマ処理装置を用い、以下の条件下でエッチング処理を行なった。

電極温度: 50℃

ワーク温度: 100℃

処理ガス

CF<sub>4</sub> 200 sccm

O<sub>2</sub> 800 s c c m  
H<sub>2</sub>O 15 s c c m  
パルス周波数: 20 k H z  
印加電圧 300 V

## 【0058】

そして、前段の電極列だけによる処理後の残膜の厚さと、前段と後段の2段階で処理後の残膜の厚さを、ワークの左右幅方向にわたって測定した。

結果を図10に示す。前段の電極列だけによる処理では、膜厚が若干不均一になった。更に後段の電極列による処理を経ると、膜厚を、ほぼ均一化できた。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0059】

【図1】本発明の第1実施形態に係る常圧プラズマ処理装置の概略構成を示す平面図である。

【図2】前記プラズマ処理装置の電極モジュールの平面図である。

【図3】図4のIII-III線に沿う、前記プラズマ処理装置のモジュールユニットの側面断面図である。

【図4】図3のIV-IV線に沿う、前記モジュールユニットの正面断面図である。

【図5】図4のV-V線に沿う、前後の電極列の電極モジュールの平面断面図である。

【図6】図4のVI-VI線に沿う、前記プラズマ処理装置の処理ガス導入ユニットの平面断面図である。

【図7】図5のVII-VII線に沿う、前記モジュールユニットの正面断面図である。

【図8】各吹出し口からのプラズマによる処理能力を示す解説図である。

【図9】ワーキングディスタンスと処理レートの一般的な関係を示すグラフである。

【図10】実施例1の結果を示すグラフである。

## 【符号の説明】

## 【0060】

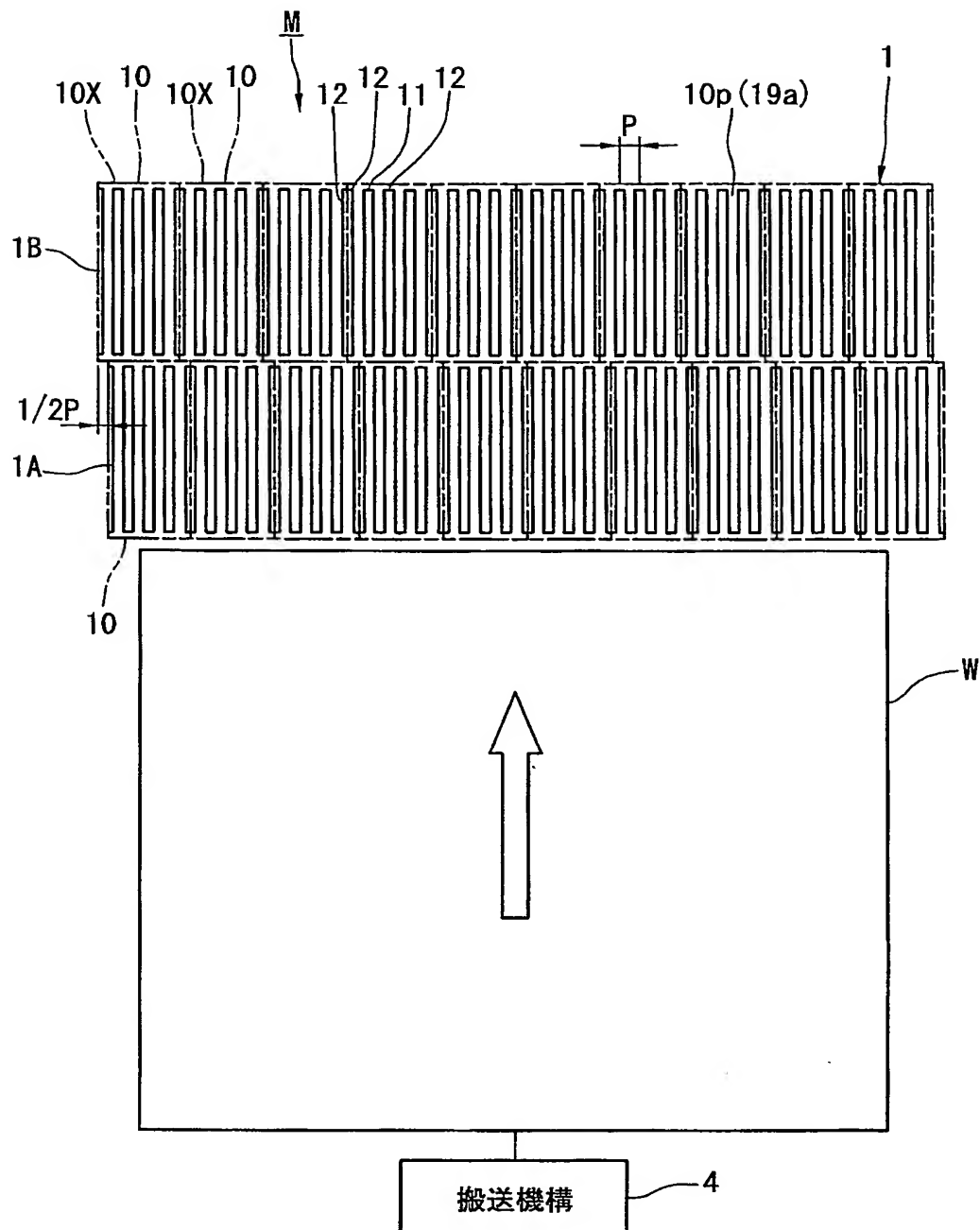
- M 常圧プラズマ処理装置
- W ワーク（被処理物）
- 1 プラズマ処理ヘッド（プラズマ処理部）
- 1 A 前側の電極列
- 1 B 後側の電極列
- 10 電極モジュール
- 10 X モジュールユニット
- 10 p プラズマ化空間
- 10 a ~ 10 c 冷媒路
- 11 第1電極板
- 12 第2電極板
- 12 M 側壁以外の第2電極板
- 12 L, 12 R 左右端の側壁としての第2電極板
- 12 a ~ 12 c 冷媒路
- 12 f 第1厚肉部
- 12 g 第1薄肉部
- 12 h 第2薄肉部
- 12 k 第2厚肉部
- 19 a 吹出し口
- 2 処理ガス源
- 20 処理ガス導入ユニット（処理ガス導入部）
- 3 電源（電界印加手段）
- 3 a 給電線
- 3 b 接地線



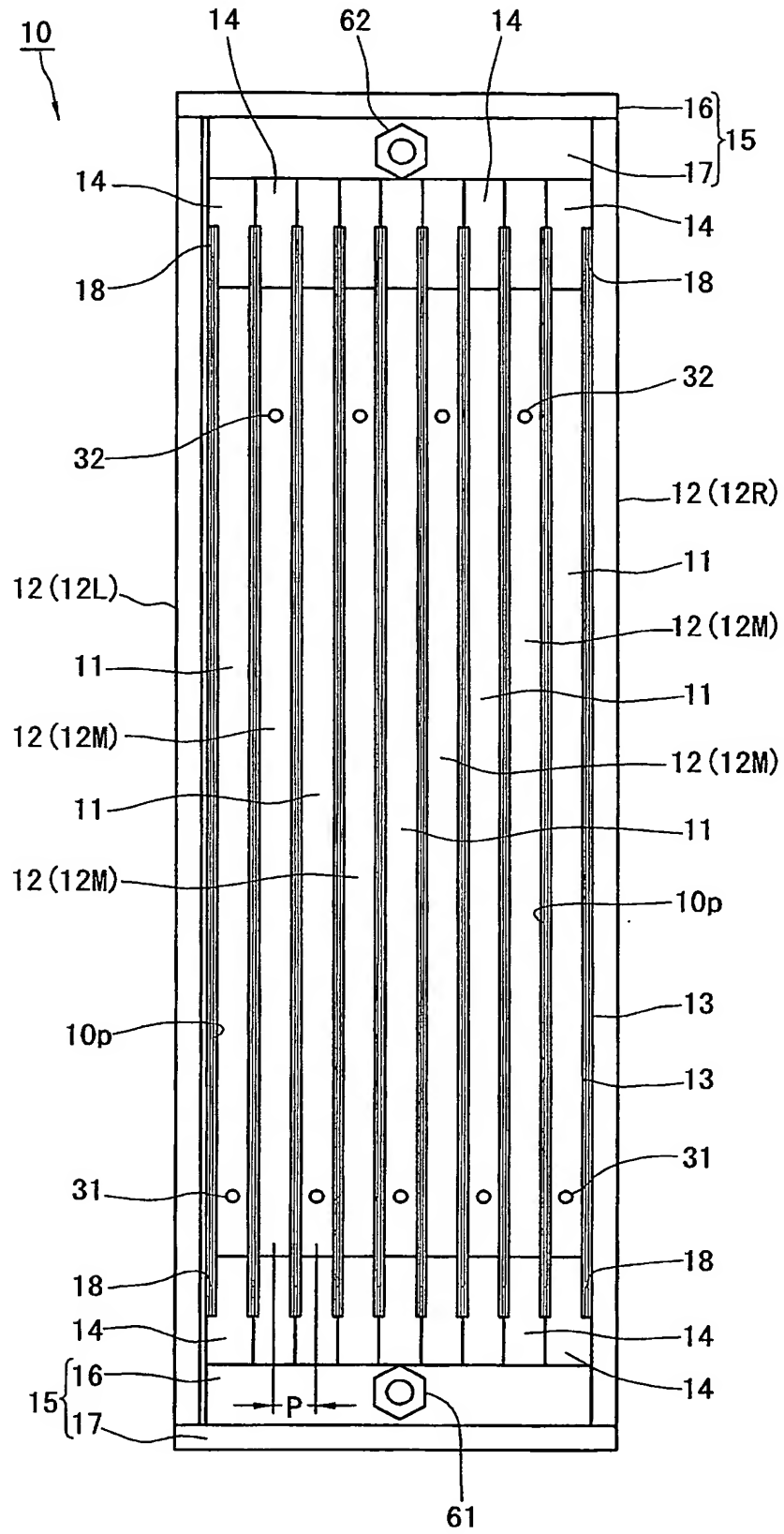
- 3 1 給電ピン
- 3 2 接地ピン
- 4 搬送機構

【書類名】 図面

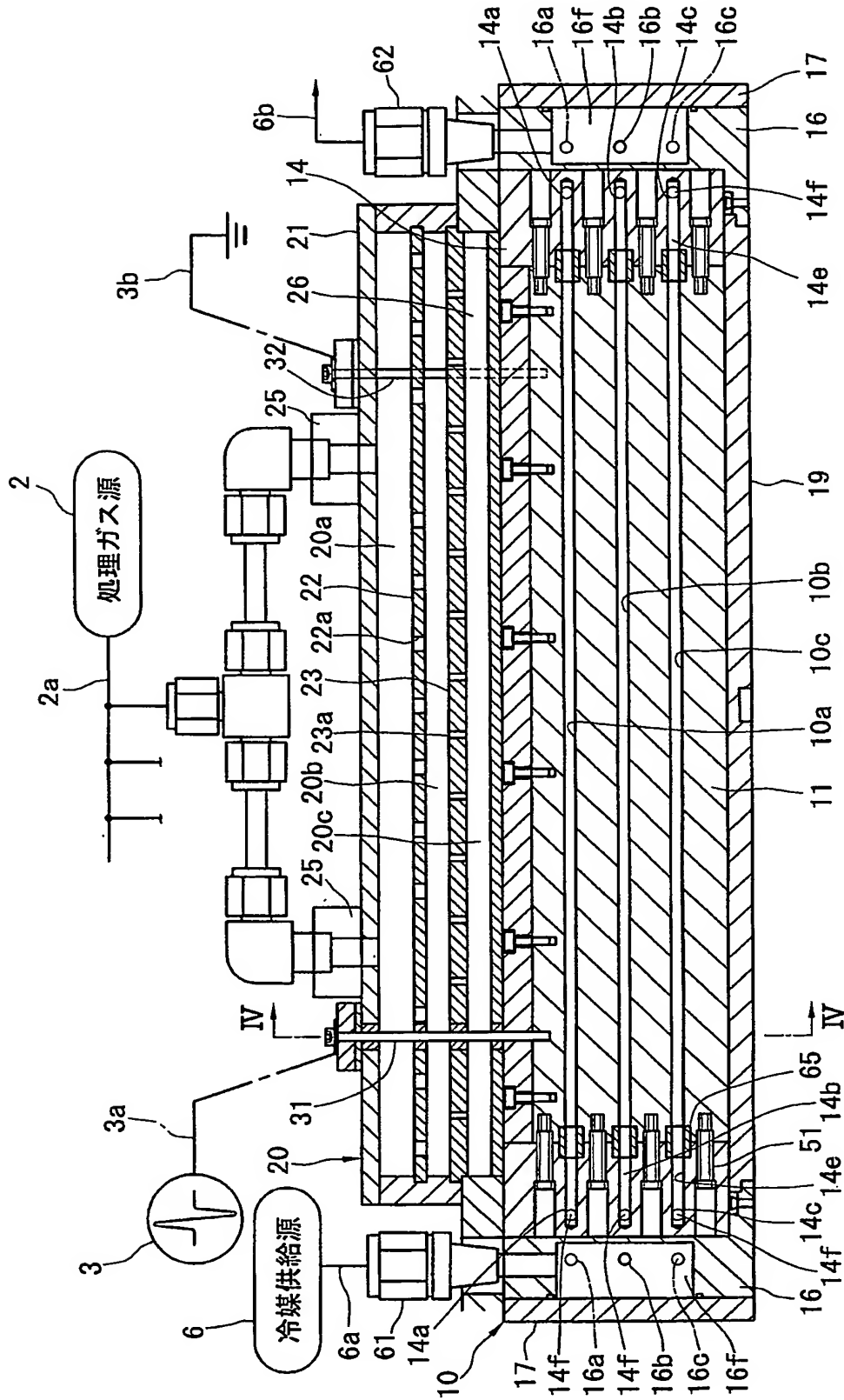
【図 1】



【図 2】



【図3】

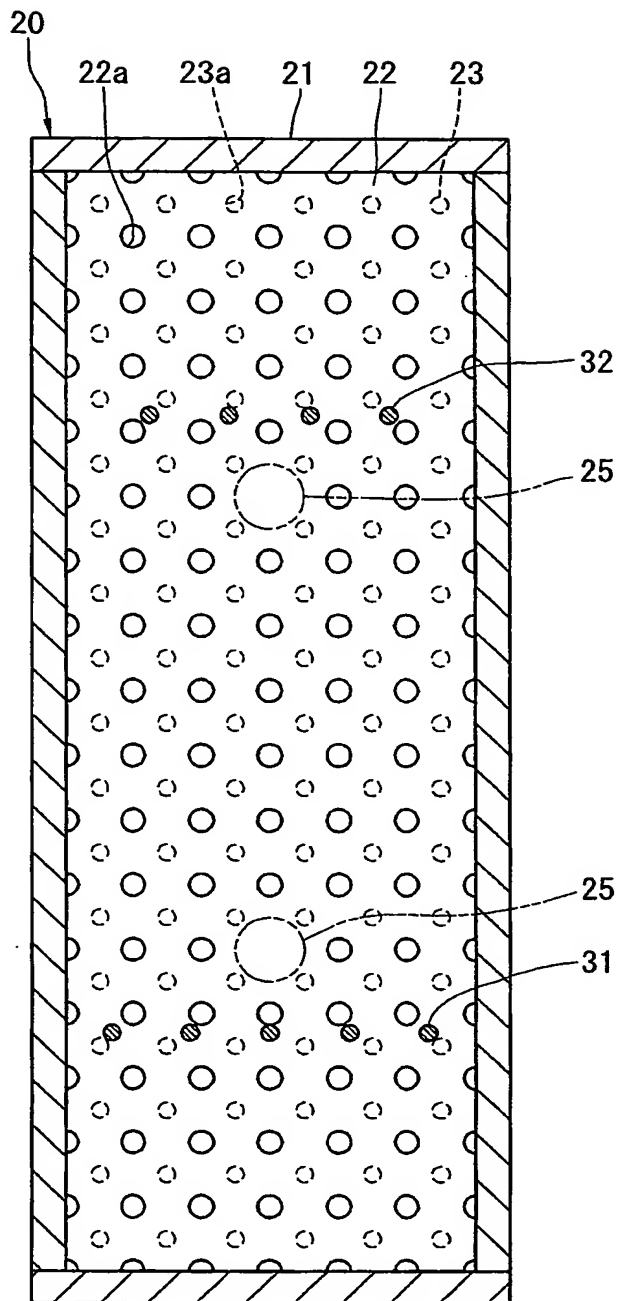




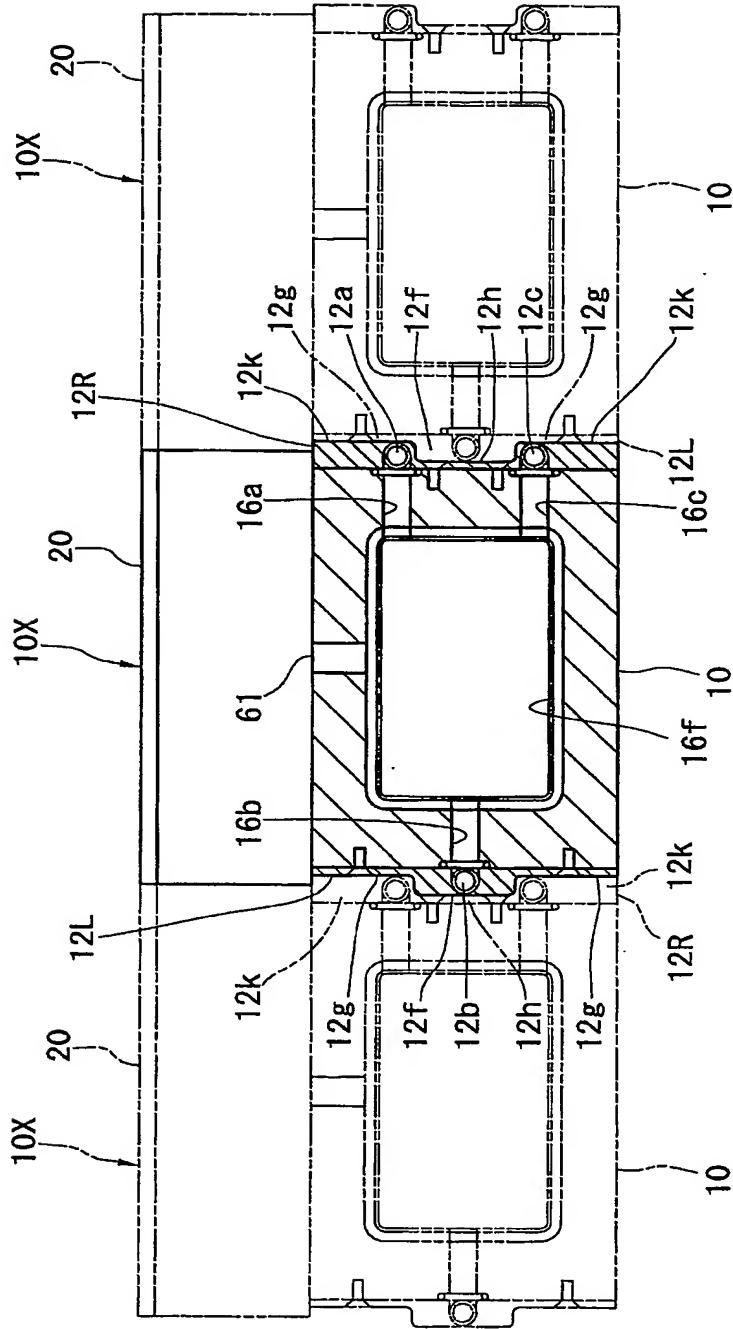




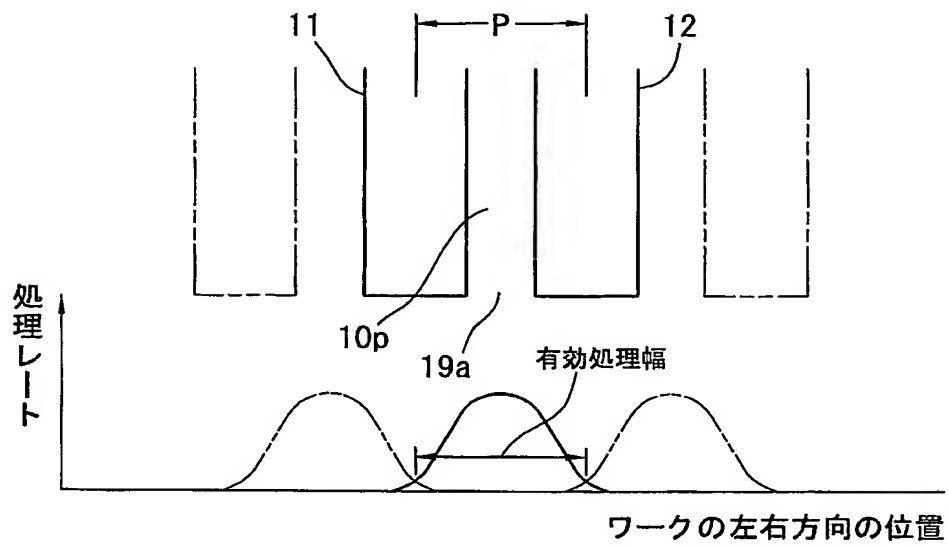
【図 6】



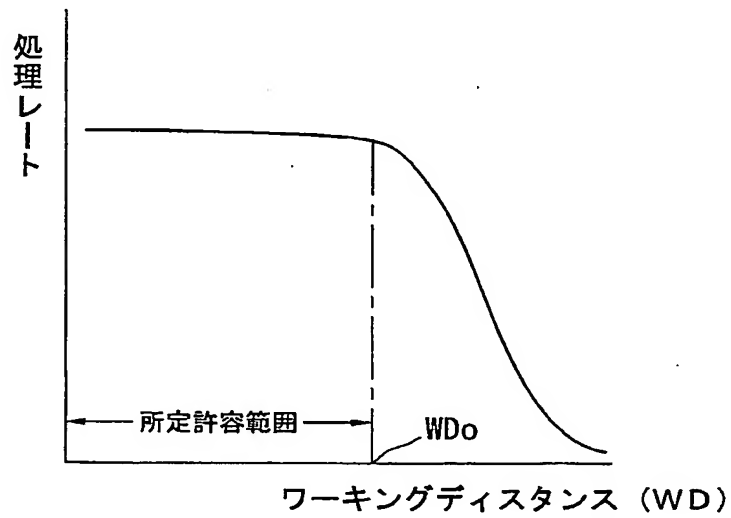
【図 7】



【図 8】

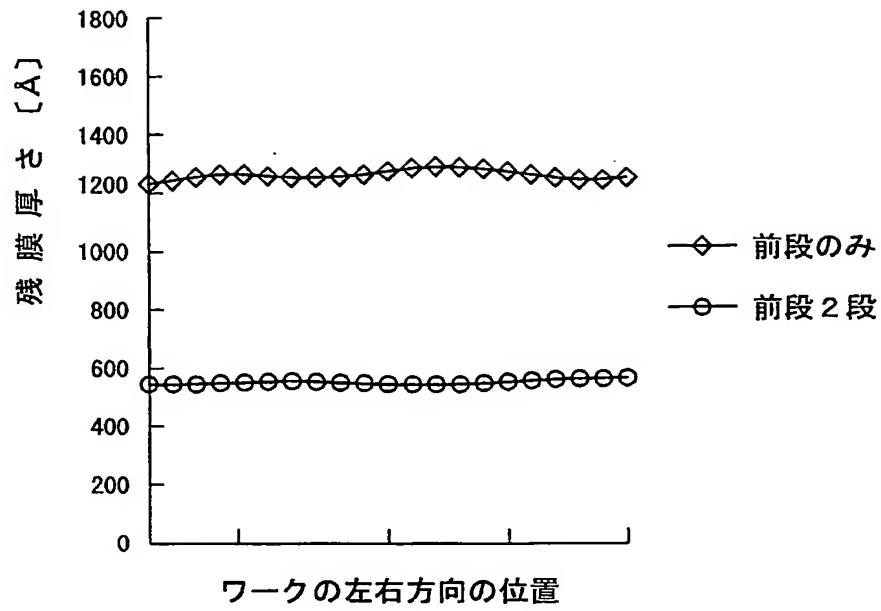


【図 9】





【図 10】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 各電極板の長さは短くても大面積の被処理物に対応可能な電極構造を有するプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 プラズマ処理装置Mのプラズマ処理部1は、複数列の電極列1A, 1Bを備えている。各電極列は、互いに極性の異なる第1電極板11と第2電極板12を交互に複数並べてなり、隣り合う第1、第2電極板の側縁どうし間にスリット状吹出し口19aが形成されている。被処理物Wは、移動機構4によってプラズマ処理部1に対し前記スリット状吹出し口19aの延び方向に沿って相対移動される。

【選択図】 図1



特願 2003-351283

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002174]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号

氏 名

積水化学工業株式会社